

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-325234

(43)Date of publication of application : 10.12.1993

(51)Int.Cl.

G11B 7/095

G11B 21/10

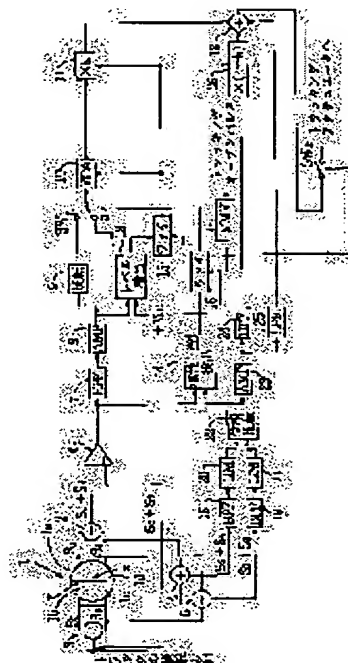
(21)Application number : 03-336065

(71)Applicant : PIONEER ELECTRON CORP

(22)Date of filing : 25.11.1991

(72)Inventor : KAWAKAMI SATOSHI
NAKAJIMA MASAHIRO**(54) TRACKING DEVICE FOR OPTICAL DISK PLAYER****(57)Abstract:****PURPOSE:** To perform stable tracking servo.

CONSTITUTION: The reflected light from an optical disk is received by a photodetector 1, and the phase difference between diagonal sums of light receiving faces 1a to 1d of the photodetector is denoted as a time difference error signal, and the difference signal between two areas divided by a boundary line along the track of the optical disk is denoted as a push-pull error, and these signals are mixed. At the time of opening the tracking servo, the amplitude value of the push-pull error signal is detected by a level detector 13, and the extent of attenuation of an attenuator 11 or 26 is controlled in accordance with this detection output to vary the mixture ratio of respective signals. Since the mixture ratio of the push-pull error signal and the time difference error signal is properly controlled in accordance with the level of the push-pull error signal at the time of opening the tracking servo, the variance of the gain of the push-pull error signal dependent upon the pit depth is controlled to perform the stable tracking servo.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-325234

(43)公開日 平成5年(1993)12月10日

(51)Int.Cl.⁵

G11B 7/095
21/10

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

C 2106-5D

G 8425-5D

審査請求 未請求 請求項の数1(全10頁)

(21)出願番号

特願平3-336065

(22)出願日

平成3年(1991)11月25日

(71)出願人 000005016

パイオニア株式会社

東京都目黒区目黒1丁目4番1号

(72)発明者 川上 聡

埼玉県所沢市花園四丁目2610番地 パイオ
ニア株式会社所沢工場内

(72)発明者 中島 正裕

埼玉県所沢市花園四丁目2610番地 パイオ
ニア株式会社所沢工場内

(74)代理人 弁理士 小橋 信淳 (外1名)

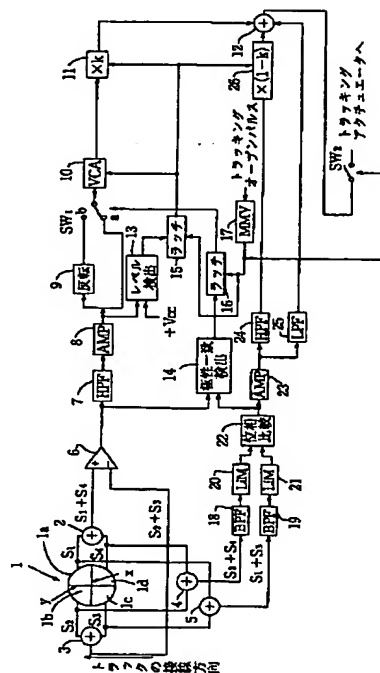
(54)【発明の名称】 光ディスクプレーヤのトラッキング装置

(57)【要約】

【目的】 安定したトラッキングサーボを行うこと。

【構成】 光ディスクからの反射光を光検出器1により受光するとともに、この光検出器1の各受光面1a~1dの対角和の位相差を時間差エラー信号とし、光ディスクのトラックに沿った境界線により分割された2つの領域の差信号をプッシュプルエラー信号とし、これらの信号を混合するようにした。トラッキングサーボオープン時には、プッシュプルエラー信号の振幅値をレベル検出器13によって検出するとともに、この検出出力に応じてアッテネータ11又は26の減衰量を制御することにより各信号の混合比を可変するようにした。

【効果】 トラッキングサーボオープン時におけるプッシュプルエラー信号のレベルに応じてプッシュプルエラー信号と時間差エラー信号との混合比が適宜制御されるので、ピットの深さによるプッシュプルエラー信号のゲインの変動がコントロールされ、安定したトラッキングサーボが行われる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光ディスクにビームを照射して、その反射光を互いに交わる2本の境界線で4分割された受光素子により受光し、2つの対角線の位相差を第1のトラッキングエラー信号とする第1のトラッキングエラー生成手段と、
前記受光素子のうち前記光ディスクのトラックに沿った境界線により分割された2つの領域の差信号を第2のトラッキングエラー信号とする第2のトラッキングエラー生成手段と、
前記第1のトラッキングエラー信号と前記第2のトラッキングエラー信号とを混合する混合手段と、
トラッキングサーボオープン時における前記第2のトラッキングエラー信号の振幅値を検出する検出手段と、
この検出手段の出力に応じて前記混合手段の混合比を変変する混合比可変手段とを具備することを特徴とする光ディスクプレーヤのトラッキング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、光ディスクにおける情報の記録されているトラックに対し光ピックアップを追従させるための光ディスクプレーヤのトラッキング装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、光ディスクプレーヤにおけるトラッキング方法としては、3ビーム法、プッシュプル法及び特公平2-56734号に開示されているトラッキング方法（以下、時間差法という）等の種々の方法が知られている。

【0003】図2及び図3は、3ビーム法を示すもので、トラック上の信号を読取るための主ビームである0次光の前後に2つの副ビームである±1次光がトラックを挟み込んだ状態で配置されている。反射光は、主ビーム及び副ビームが各々フォトディテクタ（PD）により受光される。

【0004】フォトディテクタは、+1次光用の受光素子A及び-1次光用の受光素子Cと4分割された0次光用の受光素子Bとから構成されている。受光素子A及び受光素子Cの出力が差動増幅器30の非反転入力端子及び反転入力端子に取り込まれると、その減算結果がトラッキングエラー信号として出力される。ここで、差動増幅器30の出力が+の場合のトラック上のビームスポットは（a）の状態となり、その出力が-の場合のトラック上のビームスポットは（c）の状態となり、その出力が0の場合のトラック上のビームスポットは（b）の状態となる。

【0005】これらの検出結果により、ビームスポットがトラックのどちら側にずれているかの情報とずれ量の情報とが得られる。このような3ビーム法においては、副ビームである±1次光をつくるために回折格子等が必

2

要となるため部品点数が増えることによって光学系が複雑になってしまうという欠点がある。また、光源からのビームを3分割しているためにビームの強度が弱くなり、再生RF信号のS/Nが劣化してしまうという欠点もある。

【0006】これらの欠点を解消するために、1ビームにてトラッキングエラー信号を生成するものとして、図4及び図5に示すプッシュプル法がある。これらの図に示すプッシュプル法は、1ビームによってトラッキングエラー信号を得ることができるため、上記の3ビーム法とは異なり光学系の構成が簡単であり、しかも再生RF信号のS/Nの劣化問題をも解消している。

【0007】つまり、単一ビームの反射光がトラックの接線方向に沿って平行に2分割された受光素子D、Eからなるフォトディテクタによって受光されると、それぞれの差出力が差動増幅器31によって出力され、これにより両極性のトラッキングエラー信号を得ることができる。これは、ピットにより回折、反射されて再び対物レンズに入射した光の強度分布がピットとスポットとの相対的な位置変化により変化することを利用したものである。

【0008】ビームとピットの位置がちょうど一致しているとき、図4（b）に示すように左右の強度分布は等しくなるが、この位置関係がずれると図4（a）、

（c）に示すように左右の強度分布が非対称となる。この非対称のなり方がビームとピットとの位置関係により逆になるため、これでどちらにずれているかの極性がわかり、且つ光の強度分布をトラック方向に沿って2分割されたフォトディテクタによって受けることにより、トラッキングの誤差信号を得ることができる。

【0009】但し、このようなプッシュプル法にあっては、いくつかの条件があり、一つはピットの深さが $\lambda/4$ （ λ は光の波長）のとき、つまりピットによる回折が最も有効で変調度が最大になるときは、この方法では誤差信号が得られない。これは、ピットの深さ $\lambda/4$ のときのパターンが図6に示すように対称パターンになってしまう、2分割されたフォトディテクタからは図7に示すように差動増幅器31の出力が0となってしまうためである。

【0010】また光ディスクが傾いた場合、一般に対物レンズのみを光軸がディスク面に対して垂直になるように移動させているため、もどり光のスポットがフォトディテクタの受光素子D、Eにて移動してしまい、トラッキングエラー信号にDCオフセットがもたらされてしまう。この場合、正規の値からずれたトラッキングエラー信号に基づいたトラッキングサーボが掛けられるため、トラックとビームとの位置がずれてしまうという問題がある。

【0011】また、プッシュプル法と同様に1ビームによってトラッキングエラー信号を得るものとして、図8

に示す時間差法がある。この時間差法は、トラックの接線方向に沿って平行な境界線とこれに直交する境界線とによって4分割された受光素子A、B、C、Dのうち、対角和信号である(A+C)及び(B+D)の位相差 Δt を検出し、両者の位相差に比例した大きさの電圧であるトラッキング誤差電圧を得るものである。

【0012】この得られたトラッキング誤差電圧を電流増幅器によって電流増幅した後、ムービングコイルに供給することにより、トラッキング制御が行われる。このような時間差法は、プッシュプル法のように光の強度分布の変化によってトラッキングエラー信号を得るものとは異なり、対角和信号の位相差に応じてトラッキングエラー信号を得るようにしたものであるため、光ディスクの傾きに伴ったDCオフセットに対して強いという利点を有している。

【0013】つまり、対角和信号の(A+C)及び(B+D)を出力する加算器(図示省略)の出力をそれぞれS8、S9とした場合、最適トラッキング時には図9(A)に示すようにS8とS9との間には位相差はなく同位相であり、このときの再生RF信号である総和信号(S8+S9)も同位相となる。

【0014】トラッキングが外周方向にずれた場合には、同図(B)に示すようにS8及びS9は0°軸を中心に同じ大きさだけ反対方向に位相がずれ、S8は θ だけ位相が進みS9は θ だけ位相が遅れる。このときの再生RF信号である総和信号(S8+S9)は0°軸からずれることはなく、またS8とS9とのベクトルの合成がとられたものとされている。このとき、対角差信号(S8-S9)成分が90°軸上に生じ、(S8-S9)のレベルはトラッキングのずれた量に比例した大きさの信号となる。

【0015】トラッキングが内周方向にずれた場合には、同図(C)に示すようにS8及びS9は0°軸を中心に同じ大きさだけ反対方向に位相がずれ、S8は θ' だけ位相が遅れS9は θ' だけ位相が進む。このときの再生RF信号である総和信号(S8+S9)は0°軸からずれることはなく、またS8とS9とのベクトルの合成がとられたものとされている。このとき、対角差信号(S8-S9)成分が-90°軸上に生じ、(S8-S9)のレベルはトラッキングのずれた量に比例した大きさの信号となる。

【0016】このようなことから、トラッキングが外周方向にずれた場合にはS8がS9に対して2 θ 進み、トラッキングが内周方向にずれた場合にはS8がS9に対して2 θ 遅れることを利用し、この位相のずれによってトラッキングエラー信号が得られる。

【0017】ところが、このような時間差法では、ビームによって記録されたピットを読出す際にピットの空間周波数が低くなるにつれてトラッキングエラー信号のゲインが低くなってしまいう問題がある。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】このように、1ビームによってトラッキングエラー信号を得るようにしたプッシュプル法及び時間差法は、3ビーム法に比べて光学系が簡素であり、且つレーザの出力の利用率高められている。しかしながら、プッシュプル法はDCオフセットの問題やピットの深さが $\lambda/4$ の場合には原理的にトラッキングエラー信号が得られないという問題を有している。

10 【0019】また時間差法においては、プッシュプル法に比較してDCオフセットに強いという利点を有しているものの、空間周波数が低くなるにつれてゲインが低くなるという問題を有している。

【0020】本発明は、このような事情に対処してなされたもので、構成が簡単であり且つ再生RF信号のゲインの高いプッシュプル法とDCオフセットに強いという利点を有した時間差法との両者の利点を生かし、ピット深さによるプッシュプルエラー信号のゲインの変動を抑圧することにより、安定したトラッキングサーボを行うことができる光ディスクプレーヤのトラッキング装置を提供することを目的とする。

【0021】

【課題を解決するための手段】本発明の光ディスクプレーヤのトラッキング装置は、上記目的を達成するために光ディスクにビームを照射して、その反射光を互いに交わる2本の境界線で4分割された受光素子により受光し、2つの対角和の位相差を第1のトラッキングエラー信号とする第1のトラッキングエラー生成手段と、前記受光素子のうち前記光ディスクのトラックに沿った境界線により分割された2つの領域の差信号を第2のトラッキングエラー信号とする第2のトラッキングエラー生成手段と、前記第1のトラッキングエラー信号と前記第2のトラッキングエラー信号とを混合する混合手段と、トラッキングサーボオープン時における前記第2のトラッキングエラー信号の振幅値を検出する検出手段と、この検出手段の出力に応じて前記混合手段の混合比を可変する混合比可変手段とを具備することを特徴とする。

【0022】

【作用】本発明の光ディスクプレーヤのトラッキング装置では、光ディスクからの反射光を互いに交わる2本の境界線で4分割された受光素子により受光するとともに、この受光素子の分割面の2つの対角和の位相差を第1のトラッキングエラー信号とし、光ディスクのトラックに沿った境界線により分割された2つの領域の差信号を第2のトラッキングエラー信号とし、これらの信号を混合するようにした。

【0023】トラッキングサーボオープン時においては、検出手段によって第2のトラッキングエラー信号の振幅値を検出するとともに、この検出出力に応じて混合手段の混合比を可変する。つまり、第2のトラッキング

5

エラー信号であるプッシュプルエラー信号が比較的高いレベルで得られる場合にはこの第2のトラッキングエラー信号を強調させてトラッキングサーボループのゲインを確保する。ピットの深さが $\lambda/4$ に近くなることにより、プッシュプルエラー信号が高いレベルで得られない場合には第1のトラッキングエラー信号である時間差エラー信号を強調させる。これによりピットの深さが $\lambda/4$ を外れている場合には、プッシュプル法の長所である再生RF信号の S/N が高いという点が活かされ、ピットの深さが $\lambda/4$ に近い場合にはプッシュプル法の欠点10を補う時間差法の利点が活かされる。

【0024】

【実施例】以下、本発明の実施例の詳細を図面に基づいて説明する。図1は、本発明の光ディスクプレーヤのトラッキング装置の一実施例を示す構成ブロック図である。同図に示すように、光ディスク（図示省略）からの反射光を受ける光検出器1には、光ディスク（図示省略）のトラックの接線方向に平行な境界線 y とこれに直交する境界線 x とによって4つの受光面1a, 1b, 1c, 1dが形成されている。

【0025】各受光面1a~1dからの検出信号を $S1 \sim S4$ としたとき、加算器2の出力である $S1 + S4$ 及び加算器3の出力である $S2 + S3$ がそれぞれ差動増幅器6の非反転入力端子及び反転入力端子に取込まれ、これらの差信号が差動増幅器6の出力として得られる。この出力がプッシュプル法によるトラッキングエラー信号（以下、これをプッシュプルエラー信号という）となる。

【0026】差動増幅器6の出力であるプッシュプルエラー信号は、ハイパスフィルタ（HPF）7によって低域成分が除去され、アンプ8により増幅された後、スイッチSW1の切換端子a又は反転回路9が介在された切換端子bに供給される。このスイッチSW1の切換えによりプッシュプルエラー信号又は反転されたプッシュプルエラー信号のいずれか一方が択一的に取込まれるようになっている。

【0027】スイッチSW1の出力はボリュームコントロールを電子的に行うVCA10にてゲイン調整され、アッテネータ11により $0 \leq K < 1$ の範囲で K 倍された後に加算器12に供給される。

【0028】一方、加算器4の出力である $S2 + S4$ 及び加算器5の出力である $S1 + S3$ のそれぞれは、BPF18, 19及びリミッタ20, 21を経た後に位相比較器22に取込まれると、この位相比較器22によってそれぞれの信号の位相比較が行われる。この位相比較器22の出力は、上述した時間差法によるトラッキングエラー信号（以下、これを時間差エラー信号という）となる。

【0029】位相比較器22の出力である時間差エラー信号は、アンプ23及びHPF24を介してアッテネー

6

タ26に供給され、このアッテネータ26によって（ $1-K$ ）倍された後に加算器12に供給される。また、アンプ23の出力である時間差エラー信号の低域成分は、LPF25によって抽出された後に加算器12に供給される。加算器12の出力は、スイッチSW2を介してトラッキングアクチュエータ（図示省略）に供給される。

【0030】差動増幅器6の出力であるプッシュプルエラー信号及び位相比較器22の出力である時間差エラー信号は、極性一致検出回路14により両信号の極性が一致しているか否かの検出が行われる。この検出出力は、ラッチ回路16によってラッチされた後、スイッチSW1の切換制御信号とされる。つまり、プッシュプルエラー信号の極性は $\lambda/4$ を堺にして変化するのに対し、時間差エラー信号の極性はピットの深さに関係なく定まるので、プッシュプルエラー信号の極性が負の場合にはスイッチSW1が切換端子b側に切換えられる。

【0031】アンプ8の出力は、レベル検出器13により基準レベル+Vccと比較されており、この比較出力がラッチ回路15にてラッチされた後、上述したVCA10及びアッテネータ11, 26の制御信号とされる。つまり、レベル検出器13はトラッキングサーボがオープン状態におけるプッシュプルエラー信号の振幅（ピーク）を検出するものであって、トラッキングオープンパルスが供給される単安定マルチバイブレータ（MMV）17で定まる期間中にプッシュプルエラー信号の振幅が検出され、これがラッチ回路15によってラッチされる。

【0032】このような構成の光ディスクプレーヤのトラッキング装置では、差動増幅器6の出力であるプッシュプルエラー信号のレベルがレベル検出器13で検出される。この検出出力は、次のようにピットの深さに応じて変化する。つまり、プッシュプル法によるプッシュプルエラー信号は、上述したようにピット深さが $\lambda/4$ のときは0であり、 $\lambda/4$ を堺にしてその検出出力の絶対値が増加する。

【0033】プッシュプルエラー信号の極性は $\lambda/4$ を堺にして変化するのに対し、時間差エラー信号の極性はピットの深さに関係なく定まるため、極性一致検出回路14の出力に基づき、プッシュプルエラー信号の極性が負の場合にはスイッチSW1が切換端子b側に切換えられる。これにより、両エラー信号の極性が一致する。そしてプッシュプルエラー信号のレベルに応じてVCA10によるゲインが調整され、更にアッテネータ11, 26による K の値が定められる。

【0034】すなわち、プッシュプルエラー信号が比較的高いレベルで得られる場合には K の値を増加させてトラッキングサーボループのゲインを確保し、逆にピットの深さが $\lambda/4$ に近く、プッシュプルエラー信号が高いレベルで得られない場合には K の値を小さくすることにより、時間差エラー信号を強調させる。

7

【0035】なお、プッシュプルエラー信号は、ディスクの傾きによるオフセットが大きいことを述べたが、かかるオフセット成分は主として低域成分に現れており、HPF 7がこれを除去することによってプッシュプルエラー信号に基づいたトラッキングサーボが確実に行われる。また時間差エラー信号の低域成分は、アッテネータ26を介することなく加算器12に供給されているので、トラッキングサーボゲインの低域成分はアッテネータ26の作用を受けずに十分確保されることになる。

【0036】このように、本実施例においては、光ディスクからの反射光を互いに交わる2本の境界線で4分割された光検出器1により受光するとともに、この光検出器1の各受光面1a~1dの2つの対角和の位相差を時間差エラー信号とし、光ディスクのトラックに沿った境界線により分割された2つの領域の差信号をプッシュプルエラー信号とし、これらの信号を混合するようにした。そして、トラッキングサーボオープン時においては、プッシュプルエラー信号の振幅値をレベル検出器13によって検出するとともに、この検出出力に応じてアッテネータ11又は26の減衰量を制御することにより各信号の混合比を可変するようにした。

【0037】したがって、トラッキングサーボオープン時におけるプッシュプルエラー信号のレベルに応じてプッシュプルエラー信号と時間差エラー信号との混合比が適宜制御されるので、ピットの深さによるプッシュプルエラー信号のゲインの変動がコントロールされ、安定したトラッキングサーボが行われる。

【0038】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の光ディスクプレーヤのトラッキング装置によれば、第2のトラッキングエラー信号であるプッシュプルエラー信号が比較的高いレベルで得られる場合にはこの第2のトラッキングエラー信号を強調させてトラッキングサーボループのゲインを確保する。ピットの深さが $\lambda/4$ に近くなることにより、プッシュプルエラー信号が高いレベルで得られない場合には第1のトラッキングエラー信号である時間差エラー信号を強調させる。これにより、ピットの深さが $\lambda/4$ を外れている場合には、プッシュプル法の長所である再生RF信号のS/Nが高いという点が生かされ、ピットの深さが $\lambda/4$ に近い場合にはプッシュプル *40

8

*法の欠点を補う時間差法の利点が生かされる。

【0039】したがって、構成が簡単であり且つ再生RF信号のゲインの高いプッシュプル法とDCオフセットに強いという利点を有した時間差法との両者の利点が生かされ、ピット深さによるプッシュプルエラー信号のゲインの変動が抑圧されるため、安定したトラッキングサーボを行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のディスクプレーヤのトラッキング装置の一実施例を示す構成ブロック図である。

【図2】従来のディスクプレーヤのトラッキング装置における3ビーム法を説明するための図である。

【図3】図2の3ビーム法におけるトラッキングエラー信号を求める方法を説明するための図である。

【図4】従来のディスクプレーヤのトラッキング装置におけるプッシュプル法を説明するための図である。

【図5】図4のプッシュプル法によるトラッキングエラー信号を求める方法を説明するための図である。

【図6】図4のプッシュプル法におけるピットの深さが $\lambda/4$ の場合の反射光の強度分布を説明するための図である。

【図7】図4のプッシュプル法におけるピット深さと出力レベルの関係を示す特性図である。

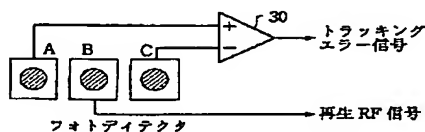
【図8】従来のディスクプレーヤのトラッキング装置における時間差法を説明するための図である。

【図9】図8の時間差法における各トラッキング状態をベクトル表示的に示す図である。

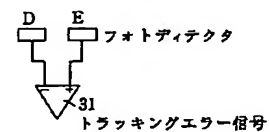
【符号の説明】

- 1 光検出器
- 6 差動増幅器
- 9 反転回路
- 10 VCA
- 11, 26 アッテネータ
- 12 加算器
- 20, 21 リミッタ
- 22 位相比較器
- 14 極性一致検出回路
- 15, 16 ラッチ回路
- 17 単安定マルチバイブレータ (MMV)

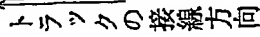
【図3】



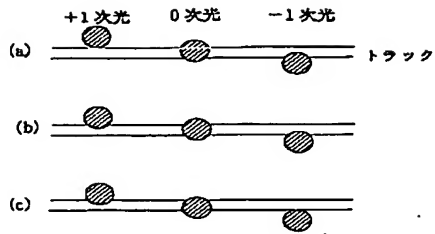
【図5】



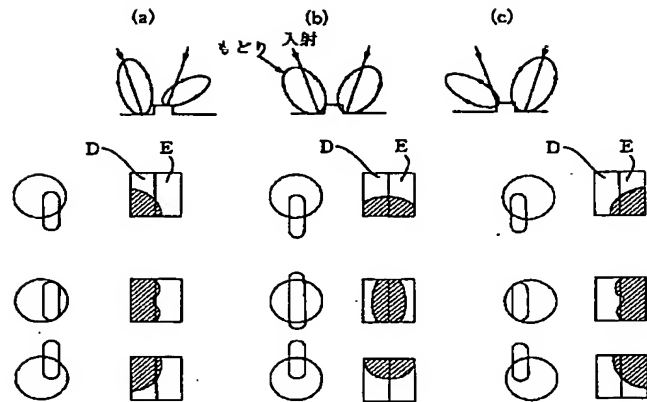
【図 1】



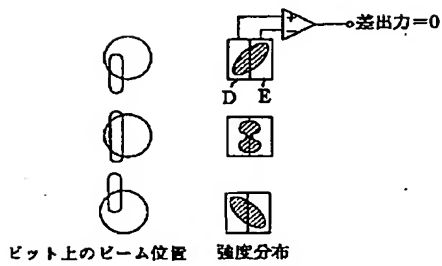
【図 2】



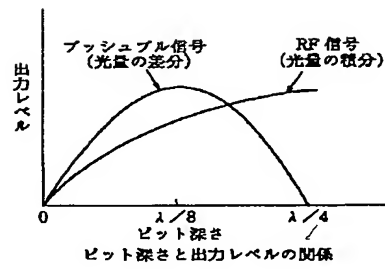
【図 4】



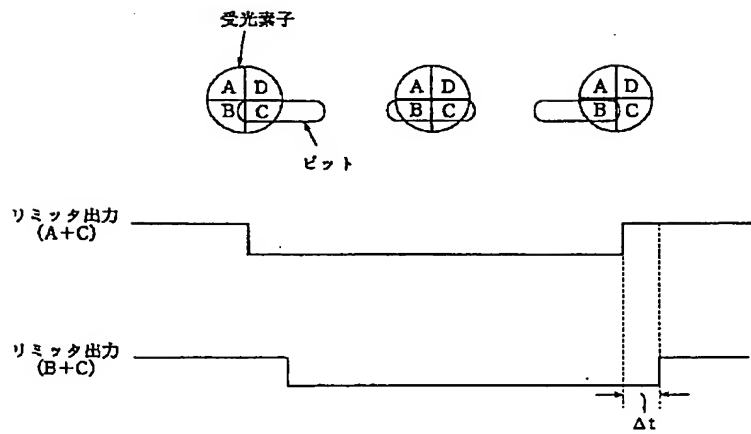
【図 6】



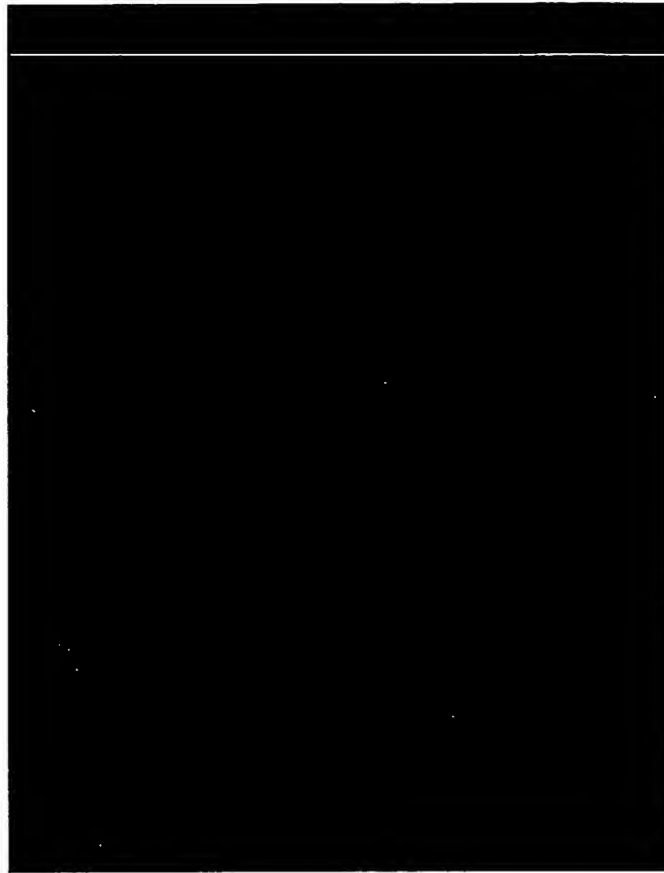
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【手続補正書】

【提出日】平成 5 年 9 月 6 日

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】図面の簡単な説明

【補正方法】変更

【補正内容】

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明のディスクプレーヤのトラッキング装置の一実施例を示す構成ブロック図である。

【図 2】従来のディスクプレーヤのトラッキング装置における 3 ビーム法を説明するための図である。

【図 3】図 2 の 3 ビーム法におけるトラッキングエラー信号を求める方法を説明するための図である。

【図 4】従来のディスクプレーヤのトラッキング装置におけるプッシュプル法を説明するための図である。

【図 5】図 4 のプッシュプル法によるトラッキングエラー信号を求める方法を説明するための図である。

【図 6】図 4 のプッシュプル法におけるピットの深さが $\lambda/4$ の場合の反射光の強度分布を説明するための図である。

【図 7】図 4 のプッシュプル法におけるピット深さと出力レベルの関係を示す特性図である。

【図 8】従来のディスクプレーヤのトラッキング装置における時間差法を説明するための図である。

【符号の説明】

- 1 光検出器
- 6 差動増幅器
- 9 反転回路
- 10 VCA
- 11, 26 アッテネータ
- 12 加算器
- 20, 21 リミッタ
- 22 位相比較器
- 14 極性一致検出回路

15, 16 ラッチ回路

17 単安定マルチバイブレータ (MMV)

【手続補正2】

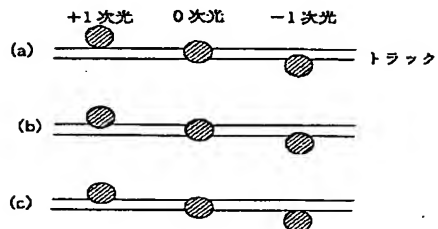
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】全図

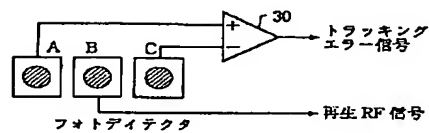
【補正方法】変更

【補正内容】

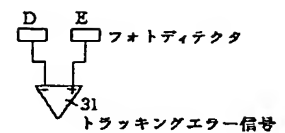
【図2】



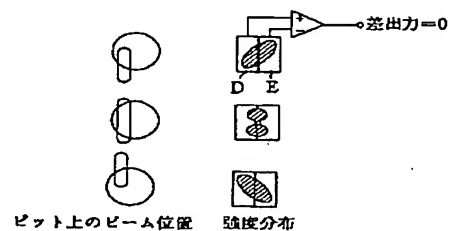
【図3】



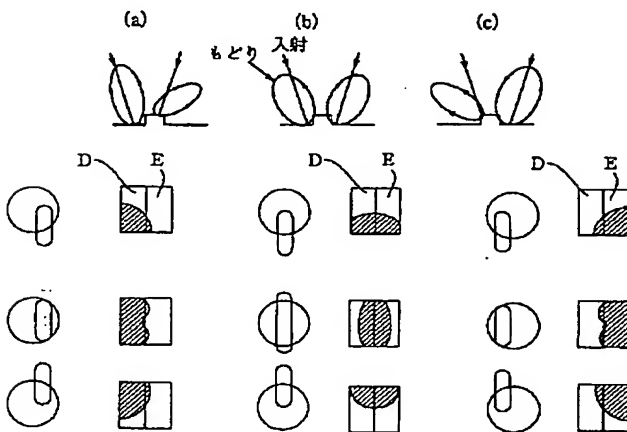
【図5】



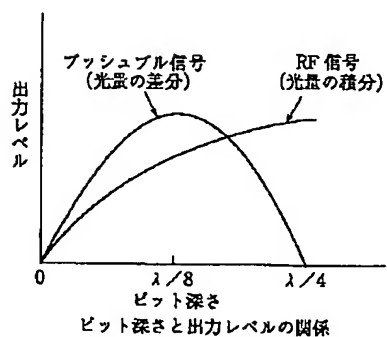
【図6】



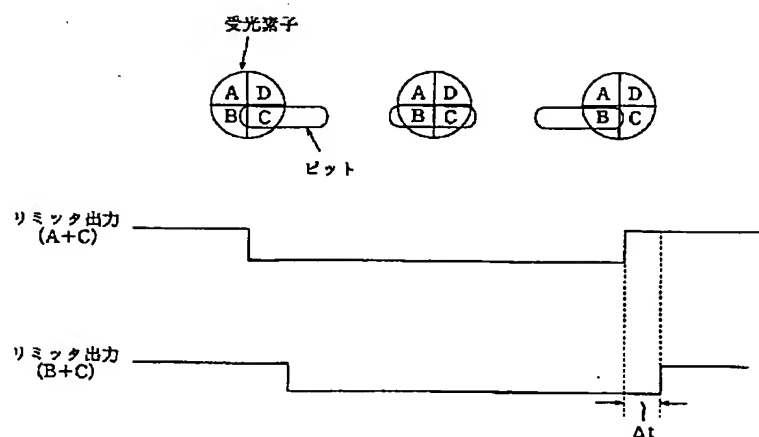
【図4】



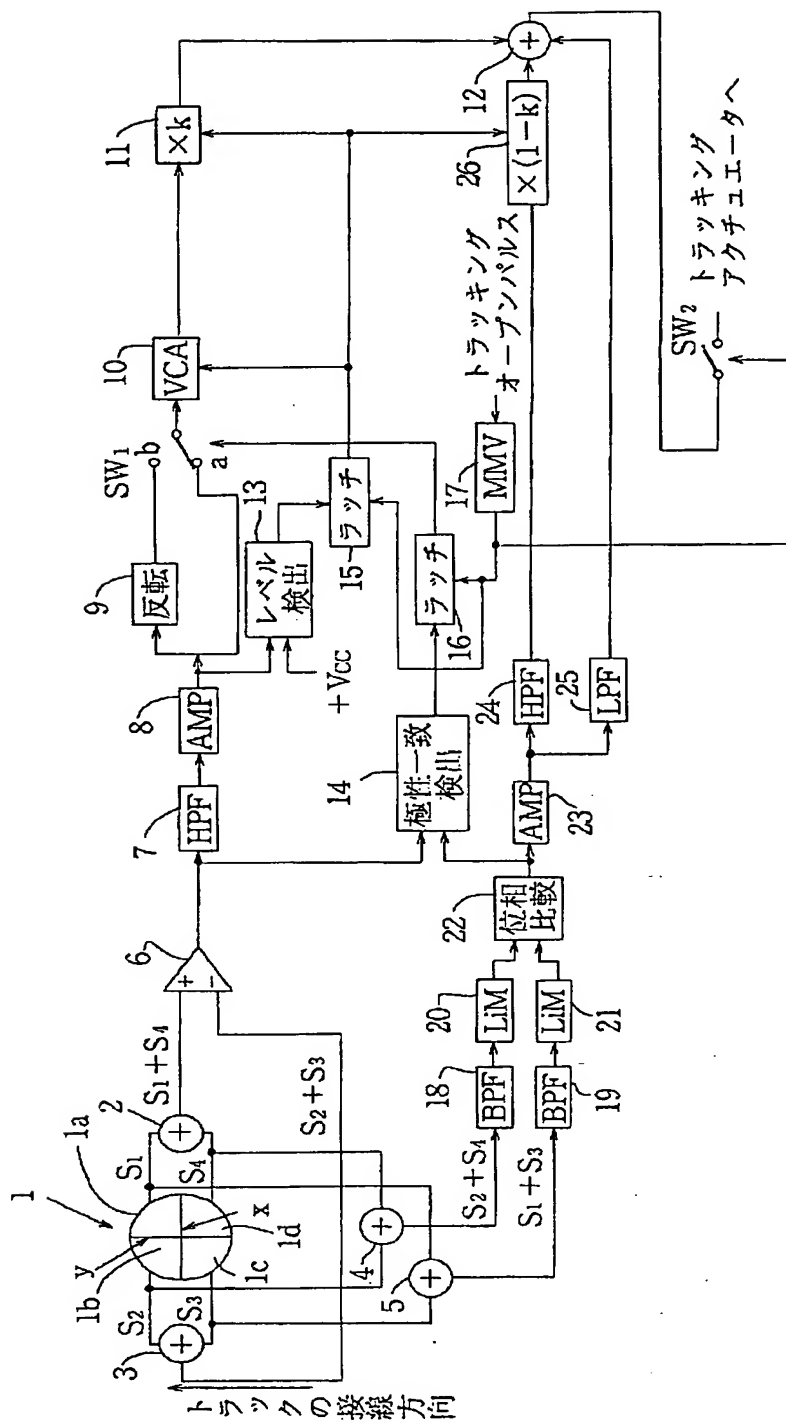
【図7】



【図8】



【图 1】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)